

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-241503

(43)Date of publication of application : 17.09.1996

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

H01F 10/16

(21)Application number : 07-043802

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 03.03.1995

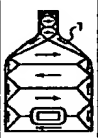



(72)Inventor : SANO MASAOKI
KITA YOSHIKI
NARUMI SHUNICHI
KAWABE TAKASHI
FUYAMA MORIAKI
MASUDA KENZO

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a Co-Ni-Fe ternary alloy having satisfactory magnetic characteristics and a satisfactory magnetic domain structure fit for the recording head of a recording-reproduction separation type thin film magnetic head.

CONSTITUTION: This thin film magnetic head has a thin film of a ternary alloy consisting of 65-80wt.% Co, 15-25wt.% Ni and 8-25wt.% Fe formed by a flame plating method as a magnetic core. This magnetic head is used as a recording head capable of satisfactory recording even to a medium having high coercive force because the Bs of the thin film is about 1.5 times as high as that of a thin film of 'Permalloy (R)', the λ s is a positive high value and the magnetic domain structure can be made proper.

磁区構造				
膜の磁歪定数 λ s	25×10^{-2}	15×10^{-2}	1×10^{-2}	-2×10^{-2}
膜のFe含有率 %	15	8	6	4
めっき浴組成 (g/l)	Co ⁺⁺ : 7.82 Ni ⁺⁺ : 19.9 Fe ⁺⁺ : 1.32	Co ⁺⁺ : 10.93 Ni ⁺⁺ : 26.37 Fe ⁺⁺ : 1.01	Co ⁺⁺ : 10.75 Ni ⁺⁺ : 15.65 Fe ⁺⁺ : 0.55	Co ⁺⁺ : 10.68 Ni ⁺⁺ : 13.28 Fe ⁺⁺ : 0.50

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 4 1 5 0 3

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int. Cl. 6

G 1 1 B 5/31
H 0 1 F 10/16

識別記号

庁内整理番号
9058-5 D

F I

G 1 1 B 5/31
H 0 1 F 10/16

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数 4

OL

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-43802
(22) 出願日 平成7年(1995)3月3日

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72) 発明者 佐野 雅章
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72) 発明者 北 芳明
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72) 発明者 鳴海 俊一
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

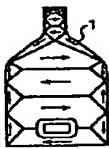
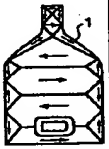
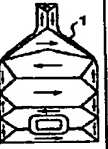

(57) 【要約】

【目的】 記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドの記録ヘッドに適した良好な磁気特性及び磁区構造を兼ね備えたCo-Ni-Fe 3元系合金とその製造方法を提供する。

【構成】 Co: 65~80wt%, Ni: 15~25wt%, Fe: 8~25wt% からなるフレームめっき法で形成した3元系合金薄膜を磁気コアとする薄膜磁気ヘッド。

【効果】 従来のパーマロイ薄膜に比べ B_s が約1.5倍以上大きく、 λ_s が正の大きな値で磁区構造が適正化できたことにより高保磁力媒体に対しても十分記録可能な記録ヘッドを提供することが可能となった。

図 2

磁 区 構 造				
膜の磁歪定数 λ_s	25×10^{-7}	15×10^{-7}	1×10^{-7}	-2×10^{-7}
膜のFe含有量 %	15	8	6	4
めっき浴組成 (g/l)	Co ⁺⁺ : 7.82 Ni ⁺⁺ : 19.9 Fe ⁺⁺ : 1.32	Co ⁺⁺ : 10.93 Ni ⁺⁺ : 26.37 Fe ⁺⁺ : 1.01	Co ⁺⁺ : 10.75 Ni ⁺⁺ : 15.65 Fe ⁺⁺ : 0.56	Co ⁺⁺ : 10.68 Ni ⁺⁺ : 13.28 Fe ⁺⁺ : 0.50

【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板上に形成された磁性薄膜を備えた薄膜磁気ヘッドにおいて、該薄膜磁気ヘッドの磁気コアが、フレームめっき法で形成された $\text{Co} : 65 \sim 80 \text{ wt} \%$ 、 $\text{Ni} : 15 \sim 25 \text{ wt} \%$ 、 $\text{Fe} : 8 \sim 25 \text{ wt} \%$ の 3 元系合金薄膜からなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】濃度範囲が $6 \sim 15 \text{ g/l}$ の Co^{++} イオンと、濃度範囲が $15 \sim 30 \text{ g/l}$ の Ni^{++} イオン及び濃度範囲が $1 \sim 2.5 \text{ g/l}$ の Fe^{++} イオンとを含み、かつ応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶媒とを含み、 pH が $2.0 \sim 3.5$ であることを特徴とする Co-Ni-Fe 合金の電気めっき浴。

【請求項 3】請求項 2 記載のめっき浴の温度を $20 \sim 35^\circ\text{C}$ に保持し、かつ電流密度 $5 \sim 25 \text{ mA/cm}^2$ で磁界中フレームめっきにより作製することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッドを搭載したことを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気ヘッド用磁気コアに関し、特に高記録密度用記録・再生分離型磁気ヘッド用の記録用ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置の高記録密度化に伴って、記録媒体の高保磁力化が進み、該高保磁力媒体に十分記録し得る能力を有する薄膜磁気ヘッドが要求されている。そのためには、磁気ヘッドのコア材料には飽和磁束密度 (B_s) の高い材料を用いることが必要である。しかるに、従来の記録・再生兼用ヘッドにおいては、記録と再生の両者の性能が要求されるために、 B_s の高いことの他に、再生効率を高めるために異方性磁界 (H_k) の小さい、即ち、磁率 (μ) の高いことも要求される。これらの材料として、 Co 系非晶質材料、 Fe-Al-Si 系センダト合金薄膜等が提案されているが前者は非晶質であるがゆえに熱的に不安定であること、また、後者は 500°C 程度の高い温度での熱処理が必要であることなどから磁気ディスク用の記録・再生兼用ヘッドの磁気コア材としては製造プロセス的に難点があり、実用化に至っていない。特開昭 60-82638 号公報、特開昭 64-8605 号公報あるいは特開平 2-68906 号公報には、薄膜磁気ヘッド用磁気コア材料として Co-Ni-Fe 3 元系材料が開示されているが、これらの 3 元系材料は H_k が $20 \sim 30 \text{ Oe}$ と大きいために μ が低く再生効率が低下し記録・再生兼用ヘッド用の磁気コア材料としては適さなかった。また、波形歪、ライト後ノイズ等のいわゆるノイズを小さくするために磁歪定数 (λ_s) を零近傍具体的には $+20 \times 10^{-7} \sim -20 \times 10^{-7}$ の範囲に制御する必要があった。 λ_s を零近傍に制御する

ということは、膜の垂直磁気異方性の寄与が大きくなり保磁力 (H_{CH}) を小さくするという点からは難しい。

【0003】最近では、高記録密度化に即した記録と再生を分離し、それぞれの性能を十分に活かした磁気ヘッドが主流を占めつつあり、それに即した記録用磁気ヘッドの開発が望まれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】記録ヘッドに要求される性能は、 B_s 高く高保磁力媒体に対して十分記録が可能であること、 H_{CH} が小さく記録減磁、再生用磁気抵抗効果型ヘッドに悪影響を及ぼさないこと、耐食性及び耐熱性を有しヘッドプロセスに十分耐えること等が挙げられる。さらに、重要なことは高速応答性を必要とするところから、磁気コアの磁区構造が適正化していること、即ち、磁化の向きが磁路方向に対して直角を向いた還流磁区構造をもつことである。

【0005】このような要求に応える材料として、前述した Co 系非晶質材料あるいは Fe-Al-Si センダスト系薄膜など各種の材料が提案されている。 Co-Ni-Fe 系結晶質材料もその一つであるが、従来は主として記録・再生兼用薄膜磁気ヘッドを対象としてきており、特に、再生効率を上げることから H_k を低減させることに重点がおかれていたため必ずしも記録用ヘッドとして組成、磁気特性など適正化されたものではない。

【0006】本発明の目的は Co-Ni-Fe 系結晶質材料よりなる記録・再生分離型薄膜磁気ヘッド用の記録ヘッドをフレームめっき法により作製する場合に、それに適した良好な磁気特性及び磁区構造を兼ね備えた Co-Ni-Fe 3 元系合金の組成範囲とその製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した問題に鑑み成されたもので Co 、 Ni 及び Fe を主体とし、記録ヘッド用磁気コアをフレームめっき法により作製する場合の好適な磁気特性及び磁区構造を示す磁気コアの組成範囲を提供するものである。その組成範囲は $\text{Co} : 65 \sim 80 \text{ wt} \%$ 、 $\text{Ni} : 15 \sim 25 \text{ wt} \%$ 、 $\text{Fe} : 8 \sim 25 \text{ wt} \%$ であることを特徴とするものである。

【0008】ここで、上述した Co-Ni-Fe 系合金のバルク材の状態図から組成と B_s との関係を公知文献 (Bozorth 著, FERROMAGNETISM) から、また、 Fe-Ni-C 蒸着膜の λ_s と膜組成との関係を公知文献 (J. Appl. Phys. 38 (1967) 3409 から引用して図 7 に示す。

【0009】 B_s 及び λ_s は一般的に Co-Ni-Fe の組成比で決まり、バルク材でも薄膜でもそれほど大きな差はなく、特に、 B_s は変わらない。しかし、膜の λ_s は磁気コアに形成した場合の磁区構造を左右する重要な因子である。即ち、磁気コアに形成した場合、磁気コアの形状、段差、応力分布等に起因する磁気弾性効果に

より磁気コアのもつ磁区構造は膜の λ_s により著しく異なる。従って、磁区構造を適正化するためにはこれらを考慮した上で、膜組成、即ち、膜の λ_s を決めることが重要である。パーマロイ膜では λ_s を零付近から若干負が良いとされ膜組成を厳密に制御している。特に、フレームめっき法で磁気コアを形成する場合は、磁気コアの応力分布がスパッタリング法で形成した場合に比べ複雑であるため、より難しい。本組成範囲は主として軟磁気特性と磁気コアの磁区構造の両者から規定されたものである。

【0010】

【作用】Co量が6.5wt%以下になると、 B_s を1.5テスラ(T)以上とするために図7に示すようにFe量をかかなり多くすることが必要となり、そのために λ_s が正の値に大きくなり過ぎること、および耐食性の点からも好ましくない。また、Co量が8.0wt%以上になると B_s はFe量が少ない量でも高くなるが、fcc単相の結晶構造からhcp相が析出し始め H_{CH} を増大せしめ、また、熱的にも不安定になるため好ましくない。Ni量は1.5wt%以下になると、fcc単相の結晶構造からbcc相が析出し始め H_{CH} を増大せしめ好ましくない。また、Ni量が2.5wt%以上になると B_s を低下させないためにはCo量を減じ、Fe量を多くする必要がある、前記したCo量を減じた場合と同じ結果になり好ましくない。Fe量は磁気特性に最も大きく作用し、特に、磁区構造を左右する λ_s に最も大きく作用する。Co-Ni-Fe3元合金薄膜の場合、Fe量が少ない程 λ_s は低減し、凡そ4~6wt%で零となり、更に少なくなると負になる。

【0011】一方、 H_{CH} は λ_s と逆にFe量が少ない程大きくなり、 λ_s が零となるFe量4~6wt%では2.0eを越える。また、磁区構造はパーマロイ(Ni-Fe)の結果からも知られているように、 λ_s を零近傍に組成制御することで適正化するが、Co-Ni-Fe3元合金薄膜を用いたフレームめっき法で磁気コアを形成する場合は λ_s を零近傍にしたのでは磁区構造は適正化しないことを見出した。これは、フレームめっき特有の応力分布の複雑さと磁気コアの段差による応力分布とが関係しているものである。

【0012】そこで、Fe量を種々変えて膜の λ_s と磁気コアの磁区構造との関係を調べた。その結果、組成と λ_s の関係は図1に示すようにFe量が多くなる程 λ_s は正側に大きくなるのがわかる。一方、磁区構造、特に、磁気コア先端のトラック部が適正化(磁化の向きがトラック幅方向を向いた還流磁区構造となる)するのはFe量が8wt%以上で、 λ_s が $+1.5 \times 10^{-7}$ 以上と従来のパーマロイで知られている値に比べ著しく正側に大きい値であることがわかった。代表例をめっき浴のイオン濃度と対比して図2に示す。このように、磁気特性及び磁区構造共に満足するFe量は8wt%以上が良い

ことがわかる。しかしながら、あまり多過ぎると保磁力は小さい方向にあるが、 λ_s が正側に大きくなり過ぎて磁気コア中央部の磁区構造がかえって乱れる傾向にあるので多過ぎるのは好ましくない。従って、Fe量としては8wt%~30wt%が好ましいが、より好ましくは8wt%~25wt%である。

【0013】これらの組成範囲に制御するためのめっき浴組成は、めっき浴と膜組成の分析を繰返し、Co++イオンの濃度範囲は6~15g/l、Ni++イオンの濃度範囲は15~30g/l及びFe++イオンの濃度範囲は1~2.5g/lであることを見出した。Coのイオン源には水和された硫酸コバルトを28~72g/l、Niのイオン源には水和された塩化ニッケルあるいは水和された硫酸ニッケルあるいはそれらの総和で65~130g/l及びFeのイオン源には水和された硫酸第1鉄を5~10g/lの濃度のものが使用された。その他、めっき中のpH緩衝剤として適量の硼酸、めっき膜の応力緩和剤として適量のサッカリンナトリウム及び界面活性剤として適量のラウリル硫酸ナトリウムが添加された。めっき浴の温度は20~35℃に設定され、めっき電流密度は5~30mA/cm²に変化された。pHは2.0~3.5に設定された。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0015】(実施例1)図3はCo++量:6.0g/l、Ni++量:21.7g/l、Fe++量:1.0g/lを含むめっき浴において高さ10μmのレジストパターン上にフレームめっきにより磁気コアを形成した時の磁気コア先端の磁区構造を示したものである。磁気コア先端のトラックの磁区構造は磁路方向に対してほぼ直角の磁化の向きをもつ還流磁区となる磁区構造を示し適正化していることがわかる。その時の膜の組成はICPS分析の結果Co:65wt%、Ni:21wt%、Fe:15wt%で、 λ_s は $+2.3 \times 10^{-7}$ 、 H_{CH} は0.8Oeで、 B_s は1.6Tであった。めっき条件は浴温度:30℃、pH:3.0、電流密度:14mA/cm²である。

【0016】(実施例2)図4は膜のFe量を変える目的でFe++量を実施例1と同じ1.0g/lとし、Co++量:10.8g/l、Ni++量:26.1g/lとそれぞれ増やしためっき浴において、同じく高さ10μmのレジストパターン上にフレームめっきにより磁気コアを形成した時の磁区構造を示したものである。磁区構造はやはり磁路方向に対してほぼ直角の磁化の向きをもつ還流磁区となる磁区構造を示し適正化していることがわかる。その時の膜の組成はCo:73wt%、Ni:19wt%、Fe:8wt%で、 λ_s は $+1.5 \times 10^{-7}$ 、 H_{CH} は1.6Oeで、 B_s は1.6Tであった。

【0017】(実施例3)次に、Fe++量を1.0g/lとし、Co++量:6.3g/l、Ni++量:23.0g/l

1としためっきにおいて、同じく高さ $10\mu\text{m}$ のレジストパターン上にフレームめっきにより磁気コアを形成した。磁区構造は図3とほぼ同様の磁区構造を示し、磁区構造はやはり磁路方向に対してほぼ直角の磁化の向きをもつ還流磁区となる磁区構造を示し適正化していることを確認した。その時の膜の組成は $\text{Co}:65\text{wt}\%$, $\text{Ni}:23\text{wt}\%$, $\text{Fe}:12\text{wt}\%$ で、 λ_s は $+25\times 10^{-7}$, H_{CH} は 0.8Oe で、 B_s は 1.6T であった。

【0018】このように、磁気特性的にも、磁区構造的にも記録ヘッド用磁気コアとして優れた性能を有することがわかった。

【0019】同時に同一条件で記録ヘッドを試作し、図5に示した磁気ディスク装置に搭載し性能を評価した結果、高保磁力媒体に対しても十分記録可能であることを確認し、図6に示すように優れたオーバーライト性能を示すことを確認した。

【0020】

【発明の効果】以上の結果から明らかなように、本発明によれば、上記した範囲に組成を限定することにより、低コストなフレームめっき法により、高保磁力媒体に対しても十分記録可能な記録ヘッドを提供することが可能となった。これは従来のパーマロイ薄膜に比べ B_s が約1.5倍以上大きいこと、更に、 λ_s が正の大きな値で

磁区構造が適正化することに大きく起因している。従って、 Fe 量を λ_s が零近傍の膜に比べより多くすることが可能となり、その結果として、 H_{CH} をより小さくでき、耐熱性もより優れた膜を提供可能となり、記録ヘッドとして優れることはもちろんのこと、ヘッド製造プロセス的にも安定に生産することが出来るようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】膜組成と磁歪定数(λ_s)との関係を示す図。

【図2】磁歪定数(λ_s)と磁気コアの磁区構造との関係を示す図。

【図3】本発明の一実施例を示す図。

【図4】本発明の他の一実施例を示す図。

【図5】本発明の記録用薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置の説明図。

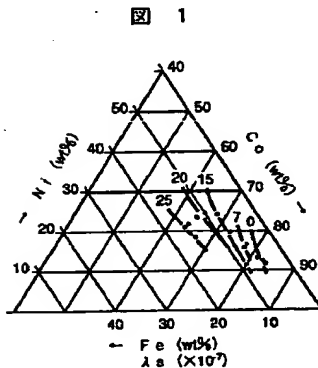
【図6】本発明の記録用薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置の性能を説明する図。

【図7】 Co-Ni-Fe 3元素の従来例を示す図。

【符号の説明】

1…磁気コア、2…磁区、101…ベース台、102…スピンドル、103…モータ、104…磁気ディスク、105…記録ヘッド、105a…位置決め用磁気ヘッド、106…キャリッジ、107…ボイスコイル、108…マグネット。

【図1】



【図2】

図 2

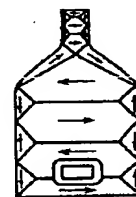
磁区構造				
膜の磁歪定数 λ_s	25×10^{-7}	15×10^{-7}	1×10^{-7}	-2×10^{-7}
膜のFe含有量 %	15	8	6	4
めっき浴組成 (g/l)	$\text{Co}^{++}: 7.82$ $\text{Ni}^{++}: 19.9$ $\text{Fe}^{++}: 1.32$	$\text{Co}^{++}: 10.93$ $\text{Ni}^{++}: 26.37$ $\text{Fe}^{++}: 1.01$	$\text{Co}^{++}: 10.75$ $\text{Ni}^{++}: 15.65$ $\text{Fe}^{++}: 0.56$	$\text{Co}^{++}: 10.68$ $\text{Ni}^{++}: 13.28$ $\text{Fe}^{++}: 0.50$

【図3】

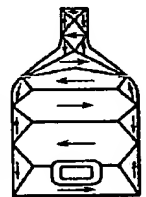
【図4】

図 3

図 4



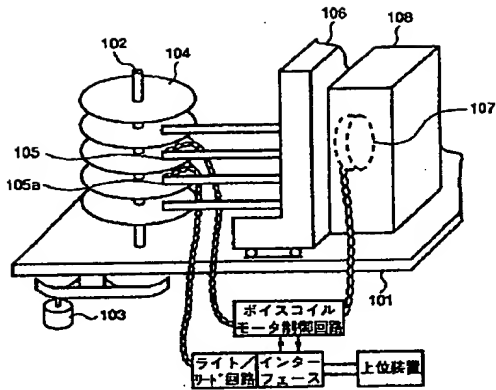
$\lambda_s = 23\times 10^{-7}$
 $\text{Fe} = 15\%$



$\lambda_s = 15\times 10^{-7}$
 $\text{Fe} = 8\%$

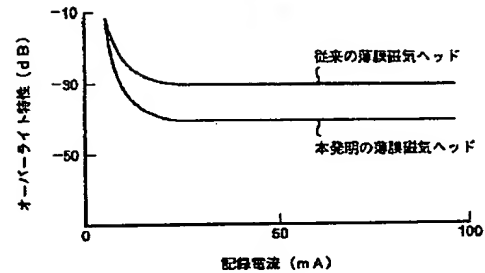
【図5】

図 5



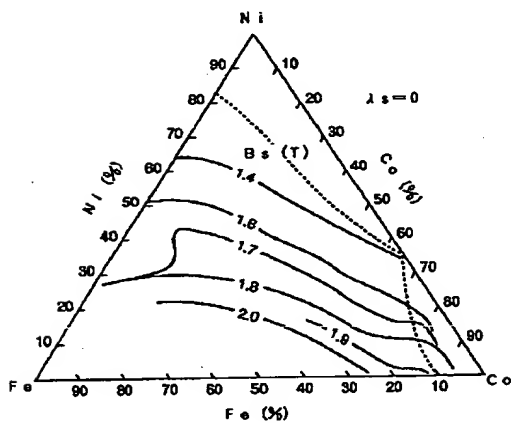
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 川辺 隆
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 府山 盛明
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 益田 賢三
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内